

해수욕장 수질조사

환경조사과 : 손정원

과 장 : 김성림 → 조정구

- 부산시 관내 7개 해수욕장의 수질조사를 실시, 해수욕장 수질의 현황과 문제점을 파악
- 수질보전 대책 등 부산광역시 환경보전정책의 기초 자료 확보

□ 조사 개요

- 조사기간 : 2003년 1~12월에 걸쳐 총 11회에 걸쳐 조사
 - ▷ 비개장기(1/4분기 및 4/4분기) : 분기 1회
 - ▷ 개장 준비기(6월) : 6월 중 2회
 - ▷ 개장기(7~8월) : 매주 1회 조사를 실시하였으며, 강우가 집중되는 주에는 시료 채취를 하지 않음
- 조사지점
 - ▷ 부산시 관내 7개 해수욕장에 대해 각각 1~2 개 지점을 선정, 총 11개 지점을 조사하였다. 해운대, 송정, 광안리, 다대포 지역은 각 2개 지점을 조사하였으며 송도, 일광, 임랑 지점은 각 1개 지점을 조사하였다.
- 조사항목
 - ▷ 해역의 환경기준 중 총 16개 항목에 대해, 조사 시기·빈도 등을 고려하여 조사 항목을 증감하며 조사하였다.(표 1) 16개 조사항목은 수온, pH, COD, DO, 대장균군수, 용매추출유분, 총질소, 총인, As, Cd, CN, Cr6+, Cu, Hg, Pb, Zn이다.

표 1. 조사시기 별 해수욕장 수질조사항목

조사기간	조사빈도	조 사 항 목
1/4, 4/4분기	분기 1회	총 8개 항목 (수온, pH, COD, DO, 대장균군수, 용매추출유분, 총질소, 총인)
6월(개장 준비기)	월 2회	총 5개 항목(수온, pH, COD, DO, 대장균군수) 단, 6월 첫 주는 16개 전 항목 분석
7,8월(개장기)	주 1회	총 5개 항목(수온, pH, COD, DO, 대장균군수) 단, 8월 첫 주는 16개 전 항목 분석

○ 분석방법

▷ 전 항목 해양환경공정시험방법(해양수산부)에 의하여 실시하였으며, 수온, pH, DO는 현장 측정, 기타항목은 시료 채취 후, 즉시 실험실 운반, 시험·분석을 실시하였다.

□ 조사 결과

○ 총 설

▷ 2003년 해수욕장 수질의 항목별 조사값을 표 2에 나타내었으며, 6~8월간의 부산지역의 강우량 현황을 표 3과 같이 나타내었다.

▷ 다대포와 일광지역을 제외한 5개 해수욕장에서 대체적으로 해역 I 등급 수준의 양호한 수질을 나타내었으며, 6~8월간의 많은 양의 강우로 COD, 대장균군수, 총질소(T-N), 총인(T-P) 등이 지역에 따라 다소 상승하였다.

표 2. 해수욕장 수질조사 결과(2003년 항목별 평균)

항목	지점	해역 1등급 환경기준	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
수온(°C)	최대	-	27	28	27	27	28	28	28
	평균		22	22	22	22	22	22	22
	최소		12	11	13	12	9	11	10
pH	최대	7.8~8.3	8.8	8.7	8.3	8.7	8.2	8.5	8.6
	평균		8.3	8.3	8.2	8.3	7.9	8.3	8.2
	최소		8.2	8.2	7.7	8.2	7.6	8.2	8.1
DO(mg/L)	최대	7.5 이상	9.7	9.0	8.5	10.3	8.2	8.5	8.7
	평균		8.3	8.2	7.8	8.3	7.6	8.0	8.1
	최소		7.7	7.6	7.5	7.5	7.3	7.6	7.7
COD(mg/L)	최대	1 이하	1.0	1.0	1.2	1.6	3.8	2.4	1.2
	평균		0.8	0.8	1.0	1.0	2.2	1.3	0.8
	최소		0.4	0.4	0.8	0.8	1.2	0.8	0.4
대장균군수 (MPN/100mL)	최대	1,000 이하	650	850	1,000	900	2,350	1,700	900
	평균		254	187	590	353	1,607	1,066	537
	최소		17	6	13	130	265	130	110
T-N(mg/L)	최대	0.3 이하	0.228	0.229	1.318	0.734	2.839	0.987	0.944
	평균		0.177	0.155	0.469	0.287	1.094	0.433	0.349
	최소		0.106	0.055	0.145	0.057	0.282	0.176	0.096
T-P(mg/L)	최대	0.03 이하	0.044	0.028	0.077	0.035	0.101	0.068	0.038
	평균		0.026	0.020	0.036	0.024	0.048	0.042	0.024
	최소		0.013	0.013	0.018	0.016	0.027	0.026	0.016
유분(mg/L)	- 전 지점 불검출								
중금속 (8개 항목)	- As, Cd, CN, Cr ⁶⁺ , Cu, Hg, Pb : 전 지점 불검출 - Zn(환경기준: 0.1mg/L) : 지역에 따라 극미량검출(0.001~0.004mg/L)								

표 3. 6~8월간 부산 지역 강우 현황(자료출처 : 방재기상정보시스템)

강우현황		월별			
		6월	7월	8월	총계
2003년	강우량(mm)	391.0 mm	621.7 mm	278.5mm	1291.2 mm
	강우빈도 (강우일수전체일수)	8/30	22/31	16/31	46/92
평년강우량(1971~2000 평균)		222.5 mm	258.8 mm	238.1mm	719.4 mm

○ pH(수소이온 농도)

- ▷ 해양의 pH 값은 육수 유입량, 藻類 번식, 오염물 유입 등에 의해 변화하는데, 2003년 기간 중에는 2월 1회, 6월 2회, 7~8월 7회, 11월 1회 등 총 11회에 걸쳐 해수욕장의 pH를 측정하였다.
- ▷ 조사 결과 대체적으로 평균 8.2~8.3의 값을 나타내었지만 하천수의 영향을 크게 받는 다대포 지점은 평균 7.9정도로 비교적 낮은 pH값을 나타내었다.

표 4. 2003년도 해수욕장 별 pH 현황

항목	지점	구분	지점						
			해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
pH	최대		8.8	8.7	8.3	8.7	8.2	8.5	8.6
	평균		8.3	8.3	8.2	8.3	7.9	8.3	8.2
	최소		8.2	8.2	7.7	8.2	7.6	8.2	8.1

- ▷ 연도별 변화양상(그림 1)을 살펴보면, 대체적으로 과년도와 비슷한 pH 값을 보였으나, 하천수의 영향을 크게 받는 다대포 지점의 경우, 강우량의 증가로 하천수 유입이 증가되어 다소 감소된 pH값을 보이고 있다.

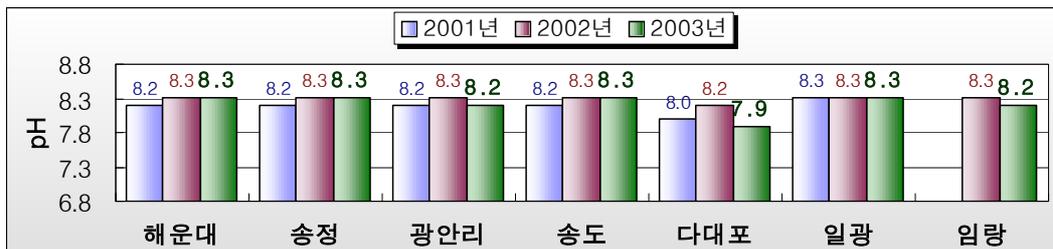


그림 1. 최근 3개년간 해수욕장 별 pH 변화 추이

○ DO(Dissolved Oxygen)

- ▷ 해양의 DO값은 수온, 파랑의 정도, 藻類 번식, 오염물 유입 등에 의해 변화하며, 2003년 기간 중에는 2월 1회, 6월 2회, 7~8월 7회, 11월 1회 등 총 11회에 걸쳐 해수욕장의 DO를 측정하였다.
- ▷ 2003년도 검사결과 대체적으로 평균 8.0 내외의 양호한 값을 나타내고 있었으나, 하천수의 영향을 크게 받는 다대포 지점은 평균 7.6 정도로 비교적 낮은 값을 나타내고 있었다.

표 5. 2003년도 해수욕장 별 DO 현황

항목	지점	구분	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
DO(mg/L)		최대	9.7	9.0	8.5	10.3	8.2	8.5	8.7
		평균	8.3	8.2	7.8	8.3	7.6	8.0	8.1
		최소	7.7	7.6	7.5	7.5	7.3	7.6	7.7

- ▷ 연도별 변화 양상(그림 2)을 살펴볼 때, 의미 있는 큰 변화는 관측되지 않았다. 강우량 증가에 의한 육상오염물질 유입 등에 의해 DO가 감소하는 요인이 있었지만, 태풍이나 수온 감소 등 DO를 증가시키는 요인도 함께 있었기 때문이다.

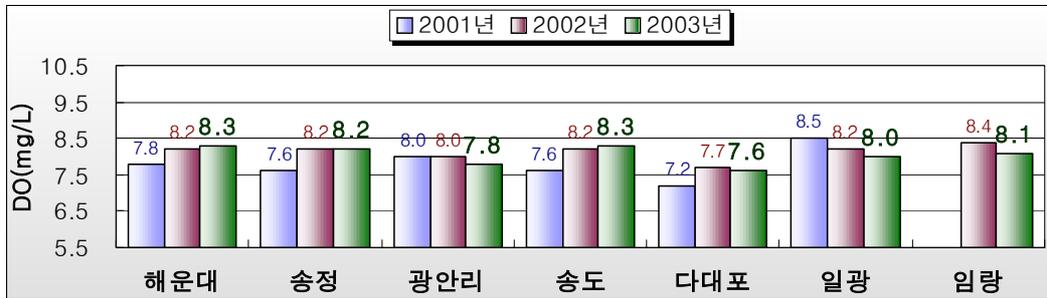


그림 2. 최근 3개년간 해수욕장 별 DO 변화 추이

○ COD(Chemical Oxygen Demand)

- ▷ COD란 수중의 유기물질량을 화학적인 방법으로 간접적으로 측정하는 지표로서, 2003년에는 2월 1회, 6월 2회, 7~8월 7회, 11월 1회 등 총 11회에 걸쳐 측정하였다.

- ▷ 조사결과(표 4) 대부분의 지점에서 COD 1mg/L 이내의 양호한 수질을 나타내었으며, 다대포 및 일광 지점에서는 비교적 높은 COD 값을 나타내고 있는데 이는 지형적으로 인근 하천, 즉 낙동강, 일광천 수질의 영향을 많이 받기 때문이다.
- ▷ 또한 다대포 및 일광 지점에서는 COD 변동 범위(최대~최소)도 매우 크게 조사되었는데, 이 역시 인근 하천의 수질 변동에 따른 것으로 생각된다. 즉 해수욕장의 COD는 강우량에 따른 하천수 유입량에 따라 주로 변하여 강우가 지속된 6~8월의 장마 기간에 최대값을 나타내었으며, 건조기인 2월과 11월에 최소값을 나타내었다.

표 6. 2003년도 해수욕장 별 COD 현황

항목 \ 지점	구분	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
COD(mg/L)	최대	1.0	1.0	1.2	1.6	3.8	2.4	1.2
	평균	0.8	0.8	1.0	1.0	2.2	1.3	0.8
	최소	0.4	0.4	0.8	0.8	1.2	0.8	0.4

- ▷ 연도별로 COD 변화 추이(그림 3)를 살펴볼 때, 과년도와 큰 차이를 보이지 않았으며, 다대포 지점에서 COD가 다소 증가하는 양상을 보이고 있는데 이는 낙동강이라는 유로가 긴 강을 끼고 있는 지형적 영향으로, 강우량 증가에 의한 하천수 유입 영향을 비교적 심하게 받고 있기 때문이다.

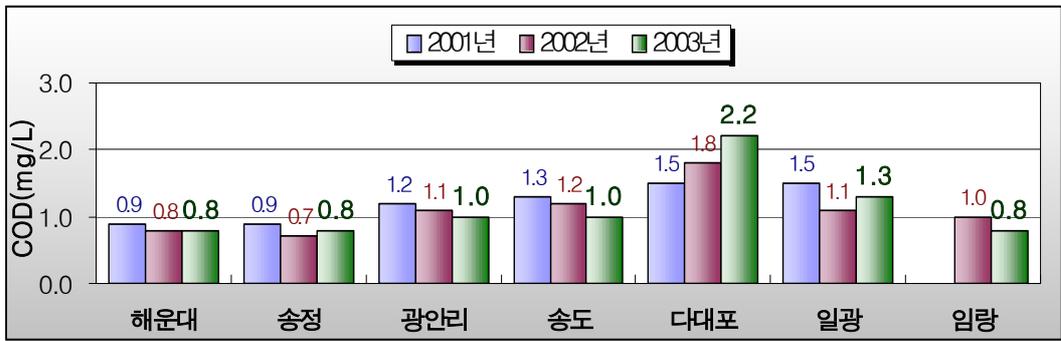


그림 3. 최근 3개년간 해수욕장 별 COD 변화 추이

○ 대장균군수(Colifoms)

- ▷ 대장균군은 분변오염의 지표 미생물로서 검출 의미가 있다. 2003년 중에는 2월 1회, 6월 2회, 7~8월 7회, 11월 1회 등 총 11회에 걸쳐 해수욕장수의 대장균군수를 측정하였는데 대체적으로 1000(MPN/100mL) 이하의 양호한 수질을 보였다.
- ▷ 다대포 및 일광 지점에서는 지형적으로 인근 하천, 즉 낙동강, 일광천 수질의 영향으로 비교적 높은 대장균군수 값을 나타내었다.
- ▷ 또한 조사 대상 전 지점에서 대장균군수 값 변동범위(최대~최소)가 크게 조사되었으며 이는 대장균군수 지표가 타 수질지표에 비해 하수 유입, 해수욕객 증가 등 외부요인에 대해 아주 민감한 변화를 나타내기 때문이다.

표 7. 2003년도 해수욕장 별 대장균군수 현황

항목 \ 지점	구분	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	입량
대장균군수 (MPN/100mL)	최대	650	850	1,000	900	2,350	1,700	900
	평균	254	187	590	353	1,607	1,066	537
	최소	17	6	13	130	265	130	110

- ▷ 그림 4에 나타난 바와 같이 연도별 대장균군수 변화 추이를 살펴보면 대체로 과년에 비해 대장균군수 값이 다소 증가하는 양상을 보이고 있는데, 이는 2004년의 강우량 증가로 인한 하천수 등 육상오염물질 유입량이 증가했기 때문이다. 하지만 다대포 지점의 경우 과년도와 유사한 대장균군수 값을 보이고 있다.

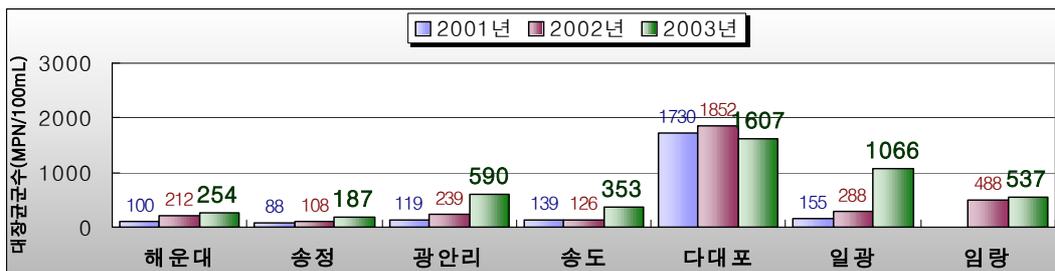


그림 4. 최근 3개년간 해수욕장 별 대장균군수 변화 추이

○ 총질소(T-N) · 총인(T-P)

- ▷ 총질소 · 총인 등의 영양염류는 수역에서 적조 · 부영양화 등을 유발, 수질을 악화시키는 미량물질의 하나이다. 2003년에는 과년도보다 1회 증가된 총 4회(2,6,8,11월)에 걸쳐 총질소 · 총인 농도를 측정하였다.
- ▷ 2003년 검사결과(표 8)를 살펴보면, 해운대 · 송정 · 송도 지점에서는 총질소 0.3 mg/L이하, 총인 0.03 mg/L이하의 양호한 수질이었으나 다대포 · 일광 · 광안리 · 임랑 지점 등에서는 다소 높은 총질소 · 총인 농도를 나타내었다. 이들 지점은 해수욕장 인근에 하천이 위치한 결과, 하천수 유입의 영향을 비교적 많이 받기 때문으로 생각된다.

표 8. 2003년도 해수욕장 별 총질소 · 총인 농도 현황

항목 \ 지점	구분	해운대	송정	광안리	송도	다대포	일광	임랑
T-N(mg/L)	최대	0.228	0.229	1.318	0.734	2.839	0.987	0.944
	평균	0.177	0.155	0.469	0.287	1.094	0.433	0.349
	최소	0.106	0.055	0.145	0.057	0.282	0.176	0.096
T-P(mg/L)	최대	0.044	0.028	0.077	0.035	0.101	0.068	0.038
	평균	0.026	0.020	0.036	0.024	0.048	0.042	0.024
	최소	0.013	0.013	0.018	0.016	0.027	0.026	0.016

- ▷ 총질소 · 총인 농도의 연도별 변화추이(그림 5, 6)를 보면 과년에 비해 총질소, 총인 모두 증가하는 현상을 보이고 있다. 이는 첫째로 2003년도에 강우량이 증가, 육상으로부터 해역으로의 오염물질 유입이 증가하였고, 둘째로 총질소 · 총인 농도가 높은 하절기(장마기간)에 1회 추가검사를 실시하였으며, 또한 기존 하수처리장의 낮은 총질소, 총인 제거효율의 영향으로 해역으로 방류되는 총질소 · 총인을 충분히 제거시키지 못하기 때문이다.

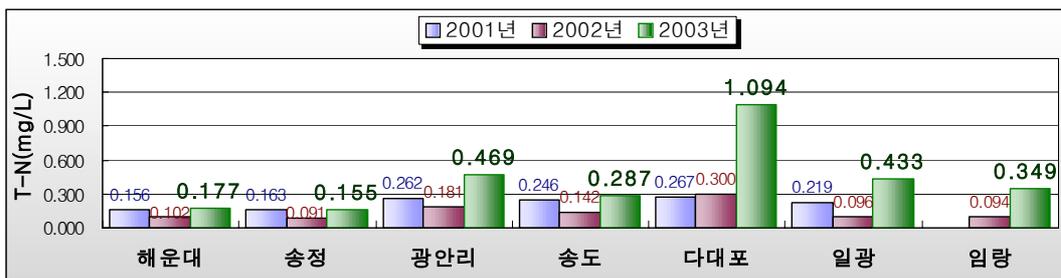


그림 5. 최근 3개년간 해수욕장 별 총질소 농도 변화 추이

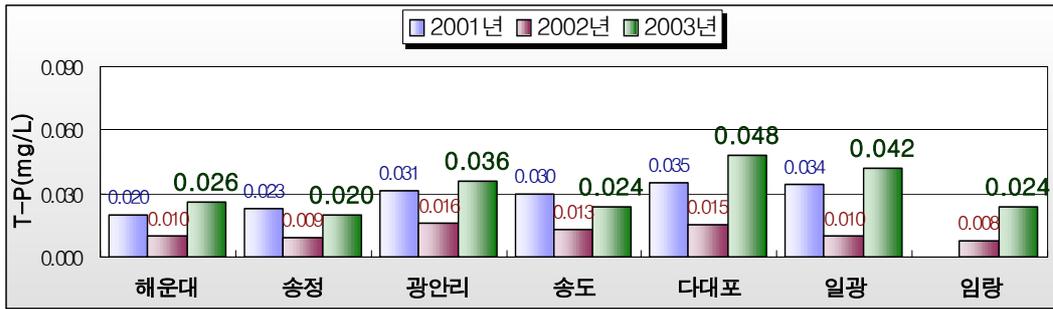


그림 6. 최근 3개년간 해수욕장 별 총인 농도 변화 추이

□ 결 론

- 다대포와 일광 해수욕장을 제외한 5개 해수욕장에서 대체적으로 해역 1등급 수준의 양호한 수질을 나타내었다.
- 그러나 2003년도의 많은 강우량의 영향으로 COD·대장균군수·총질소·총인 등이 지역에 따라 다소 상승하는 경향을 나타내었다. 특히 다대포와 일광 해수욕장 등 지형적으로 하천수의 영향을 많이 받는 지점에서 이러한 경향이 농후하였다.

□ 대 책

- 해수욕장 주변의 생활하수 및 폐수 배출상황을 철저히 관리할 뿐 아니라, 현재 계획 중인 하수처리시설을 조속히 완공, 인근 시가지의 하수처리율을 향상시켜야 한다.
- 해수욕철의 경우 해수욕객의 과밀화 현상으로 쓰레기 투기 등에 의한 수질오염도 문제되고 있다. 따라서 바람직한 해수욕 문화 정착을 위한 계도·단속활동, 민관합동 해변 청소활동 그리고 쓰레기통, 화장실 등 해수욕장 부대시설의 충분한 확보가 해수욕장 수질보전을 위해 필요하다.
- 강우 시 육상 비점오염원에서의 오염물질 유입도 문제인데, 우수로 정비 및 해수욕장 주변 청소활동 등을 통한 강우시의 해수욕장으로의 오염물질 유입량을 줄여 나가야 할 것이다.

□ 향후 계획

- 조사시기 : 년12회, 분기1회(2, 11월), 6월 2회, 7월~8월 주1회
- 조사지점 : 7개 해수욕장 11개지점
- 조사항목 : 16개항목(pH, 수온, DO, COD, T-N, T-P, As, Cd, CN, Pb, Cr⁺⁶, Hg, Cu, Zn, 용매추출유분, 대장균군수)
- 보고기관 : 자치행정과, 환경보전과, 수산진흥과, 해당 구·군